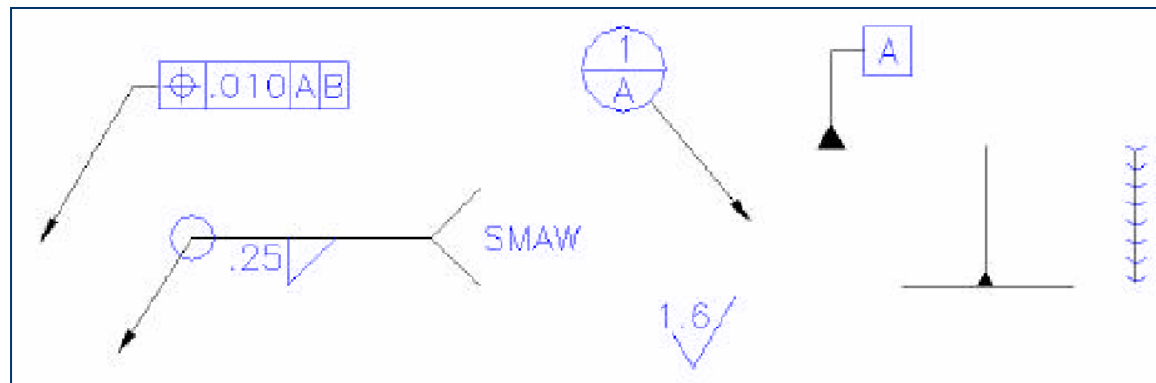


Tema 2: Normalización en procesos de fabricación



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Fabricación Asistida por
Computador





Índice:

- 1. Necesidad de la normalización**
- 2. Normalización para planos**
 - 1. Tolerancias y ajustes. Sistema ISO**
 - 2. Tolerancias geométricas**
- 3. Extensión de la normalización al proceso de fabricación**
 - 1. IGES: Initial Graphics Exchange Specification**
 - 2. STEP: STandard for the Exchange of Product model data**
 - 3. PDES: Product Data Exchange Standard**



Necesidad de la normalización

Normalización: modo de garantizar las características de piezas o montajes:

- medidas
- calidades superficiales
- prestaciones
- etc.

Orígenes de los procesos de fabricación

FABRICACIÓN ARTESANA

- Cada mecanismo o montaje se fabrica individualmente
- Las piezas se fabrican para una unidad específica del montaje
- No importa la repetitividad
- Artesanos: hacen encajar y funcionar correctamente al conjunto recortando o añadiendo de las piezas necesarias
- No importa que las piezas resultantes no se ajusten a los planos

Cambio en los procesos de fabricación

FABRICACIÓN EN SERIE

- Cada pieza de un conjunto se fabrica con independencia de las restantes
- Ahora sí importa la repetitividad
- Se pueden formular restricciones para cada pieza de modo que se garantice el funcionamiento del conjunto
- Las piezas fabricadas no pueden alejarse mucho de lo especificado en planos.
- Concepto de **tolerancia**: zona donde la dimensión real de la pieza puede variar sin afectar su intercambiabilidad



Normalización para planos

Se establecen estándares para el intercambio de información en forma de planos

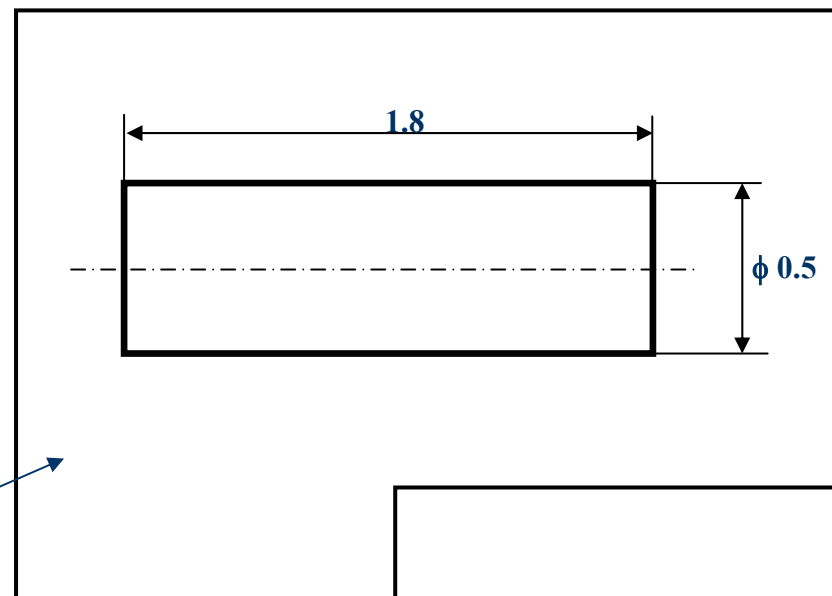
Sistema de representación:

- Diédrico (planta, alzado, vistas laterales)
- Proyección: 1er cuadrante o 3er cuadrante

Características particulares:

• Distintos estándares:

- ✓ Tipos de línea
- ✓ Representación de secciones
- ✓ Representación de simetrías
- ✓ Acotaciones
- ✓ Etc

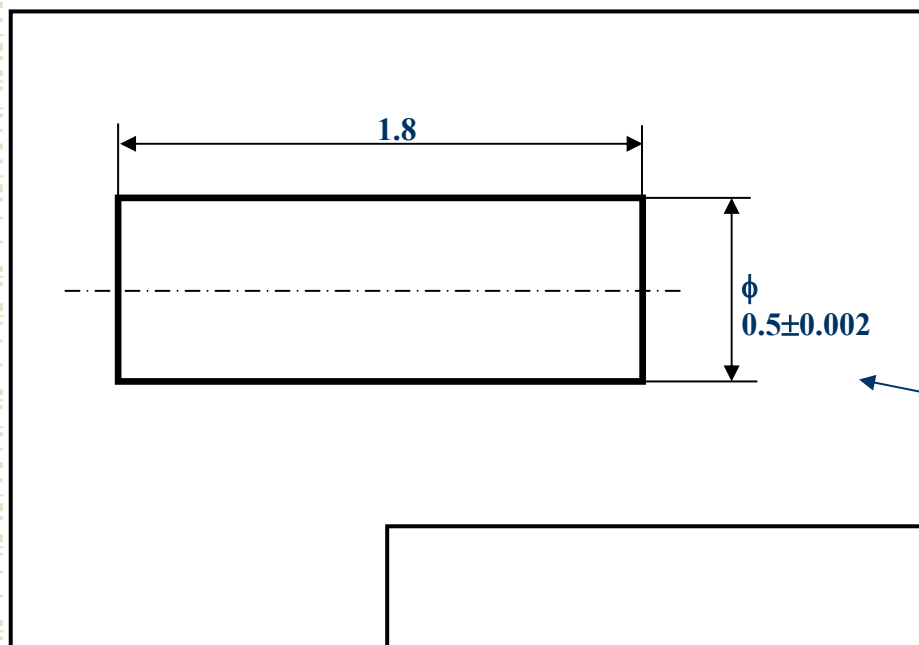




Normalización para planos

Problema:

- Imposibilidad de fabricar piezas de dimensiones exactas.
- La precisión de fabricación depende de la máquina herramienta
- Ninguna máquina puede fabricar con error cero



Tolerancias:

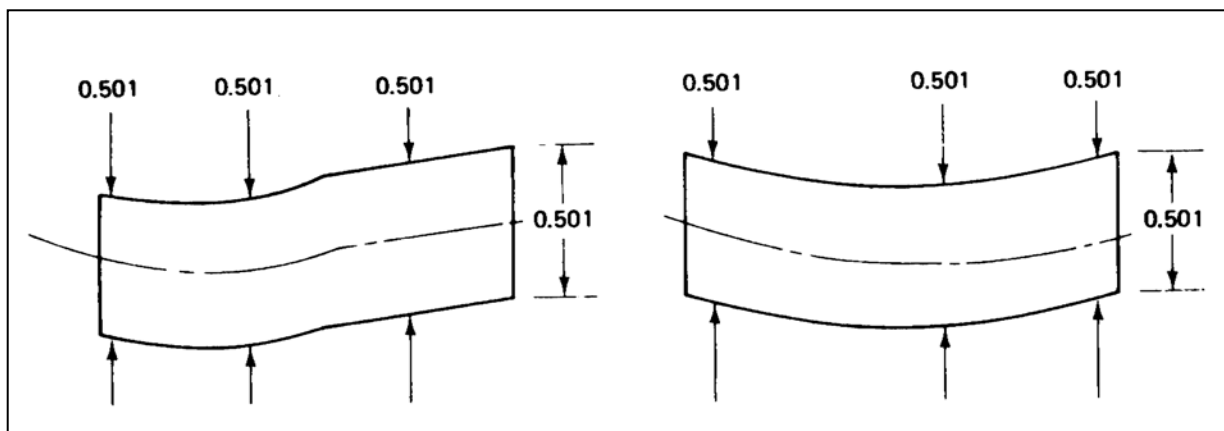
- Se puede garantizar un error máximo en la fabricación
- Se puede especificar un error máximo para que la pieza cumpla especificaciones



Normalización para planos

Nuevo problema:

- Esta forma de especificar tolerancias no garantiza la corrección de las piezas
- Pueden cumplir especificaciones piezas que no servirían para el montaje
- Por tanto NO SE HA GARANTIZADO LA INTERCAMBIABILIDAD

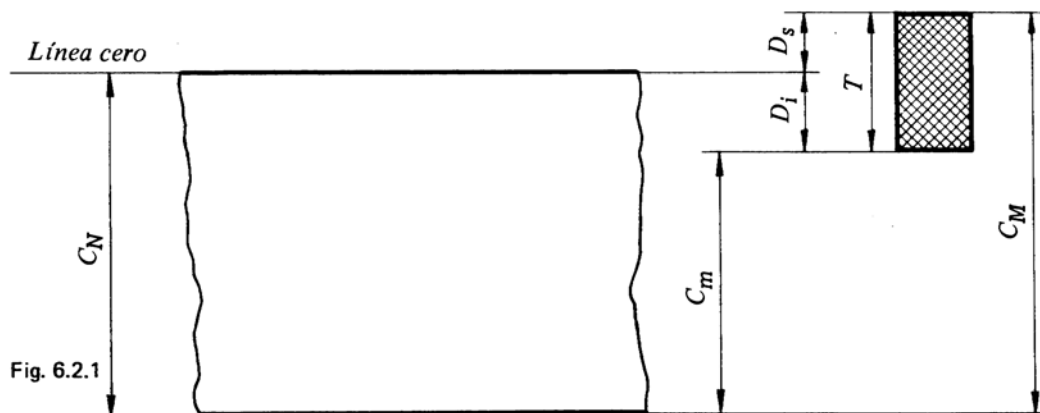


Solución: TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS o DE FORMA

- Se garantizan cilindridades, rectitudes, etc. de piezas
- También se establecen márgenes de aceptación



Tolerancias y ajustes



Magnitudes a considerar en las tolerancias de medida:

- $D (C_N)$ o *cota nominal*: medida exacta, es la que aparece en el dibujo
- $D_{\max} (C_M)$ o *cota máxima admisible*
- $D_{\min} (C_m)$ o *cota mínima admisible*
- T o *tolerancia* ($T = D_{\max} - D_{\min}$)
- D_s o *diferencia superior* ($D_s = D_{\max} - D$)
- D_i o *diferencia inferior* ($D_i = D - D_{\max}$)



Tolerancias y ajustes

Posición de la tolerancia:

- La zona de tolerancia no tiene por qué encontrarse centrada respecto de la cota nominal
- La posición de la zona de tolerancia determinará el comportamiento en cuanto a ajuste

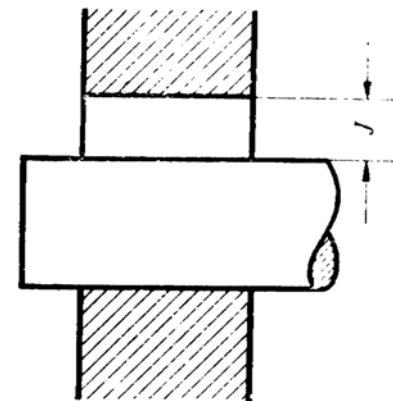
Ajuste: relación entre las medidas de 2 piezas que encajan: **eje** y **agujero**

- **Eje:** pieza que encaja en otra (independientemente de su forma)
- **Agujero:** pieza en la que encaja la primera (independientemente de su forma)

Juego: diferencia entre la medida exterior del eje y la medida interior del agujero

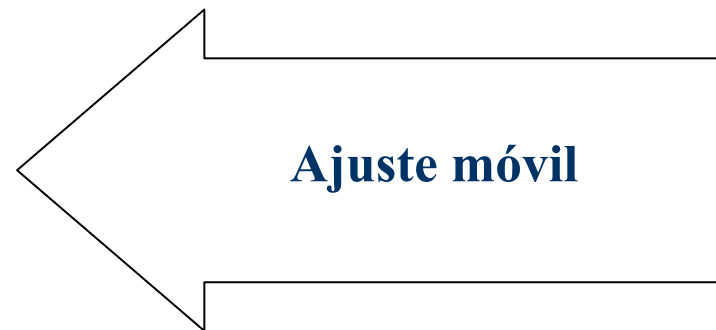
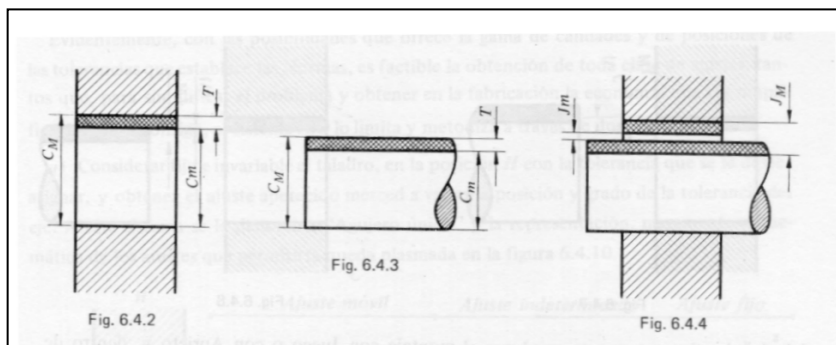
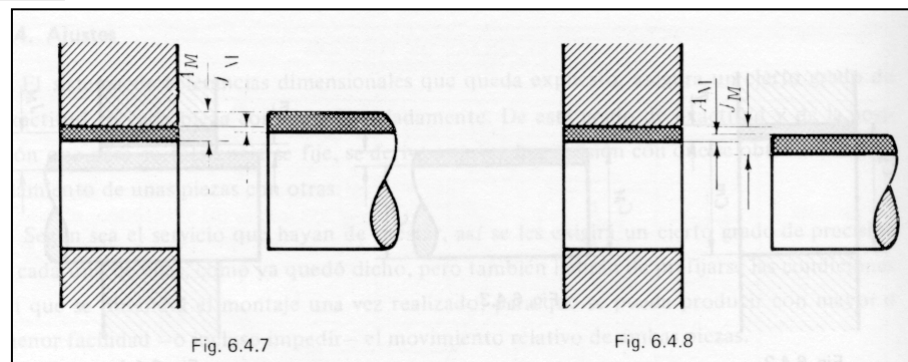
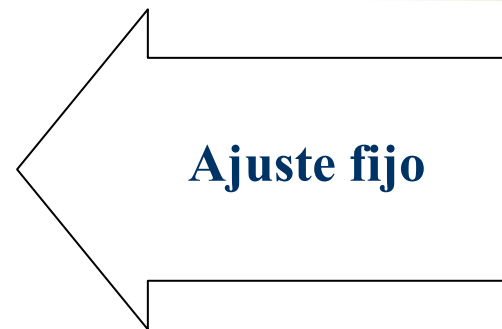
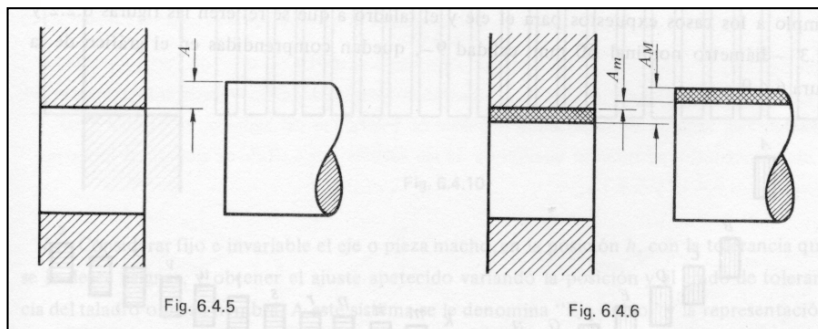
Se consideran tres tipos de ajuste distintos:

- Ajuste fijo (con aprieto): el juego es siempre menor que cero
- Ajuste móvil (con juego): el juego es siempre mayor que cero
- Ajuste indeterminado: juego mayor o menor que cero





Tolerancias y ajustes



Sistema ISO de tolerancias y ajustes



Para caracterizar la tolerancia de una dimensión cualquiera de una pieza se utilizan dos valores:

- **Magnitud** de la tolerancia (T)
- **Posición** de la zona de tolerancia respecto de la línea cero

Magnitud de la tolerancia:

- Se mide en micras
- La norma establece calidades o índices de tolerancia
- Los índices de tolerancia se numeran en orden decreciente de calidad
- ✓ IT = 1 indica máxima calidad
- ✓ IT = 16 indica mínima calidad
- El valor de la tolerancia e micras es función de IT y de la cota nominal

índice de tolerancia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Aplicación	Calibres, piezas de gran precisión					Componentes de conjuntos (piezas que han de ajustar)						Fabricación basta, piezas que no han de ajustar				

Sistema ISO de tolerancias y ajustes



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Fabricación Asistida por
Computador

Tabla de tolerancias: permite obtener la tolerancia en micras para una determinada medida

<i>COTA NOMINAL EN mm</i>		<i>INDICE DE TOLERANCIA</i>															
<i>Mayor que</i>	<i>Hasta</i>	<i>IT</i> 1	<i>IT</i> 2	<i>IT</i> 3	<i>IT</i> 4	<i>IT</i> 5	<i>IT</i> 6	<i>IT</i> 7	<i>IT</i> 8	<i>IT</i> 9	<i>IT</i> 10	<i>IT</i> 11	<i>IT</i> 12	<i>IT</i> 13	<i>IT</i> 14	<i>IT</i> 15	<i>IT</i> 16
0	3	0,8	1,2	2,0	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3	6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6	10	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10	18	1,2	2,0	3,0	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1.100
18	30	1,5	2,5	4,0	6	9	13	21	32	52	84	130	210	330	520	840	1.300
30	50	1,5	2,5	4,0	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1.000	1.600
50	80	2,0	3,0	5,0	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1.200	1.900
80	120	2,5	4,0	6,0	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1.400	2.200
120	180	3,5	5,0	8,0	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1.000	1.600	2.500
180	250	4,5	7,0	10,0	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1.150	1.850	2.900
250	315	6,0	8,0	12,0	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1.300	2.100	3.200
315	400	7,0	9,0	13,0	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1.400	2.300	3.600
400	500	8,0	10,0	15,0	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1.550	2.500	4.000

Sistema ISO de tolerancias y ajustes



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Fabricación Asistida por
Computador

Estandarización de las posiciones de tolerancia:

- Se indica la posición relativa de la zona de tolerancia respecto de la línea cero (diferencia de referencia)

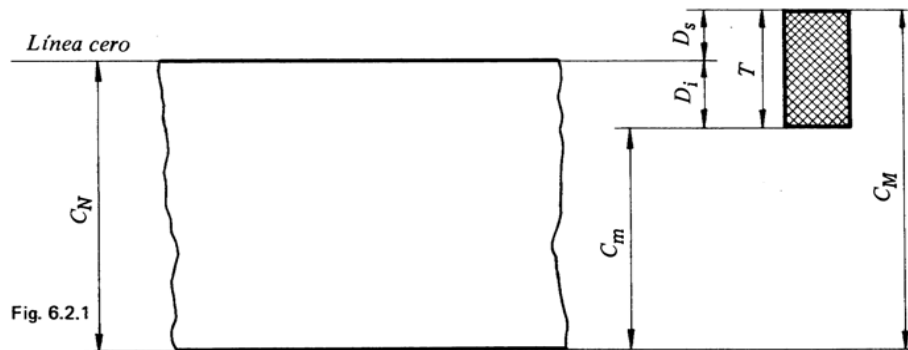


Fig. 6.2.1

Se establece una tabla para ejes y una tabla para agujeros con **21** posibles posiciones (de la A a la Z)

- **a-h**: para ejes indica una medida siempre menor que la medida nominal
- **k-z**: para ejes indica una medida siempre mayor que la medida nominal
- **A-H**: para agujeros indica una medida siempre menor que la medida nominal
- **K-Z**: para agujeros indica una medida siempre mayor que la medida nominal

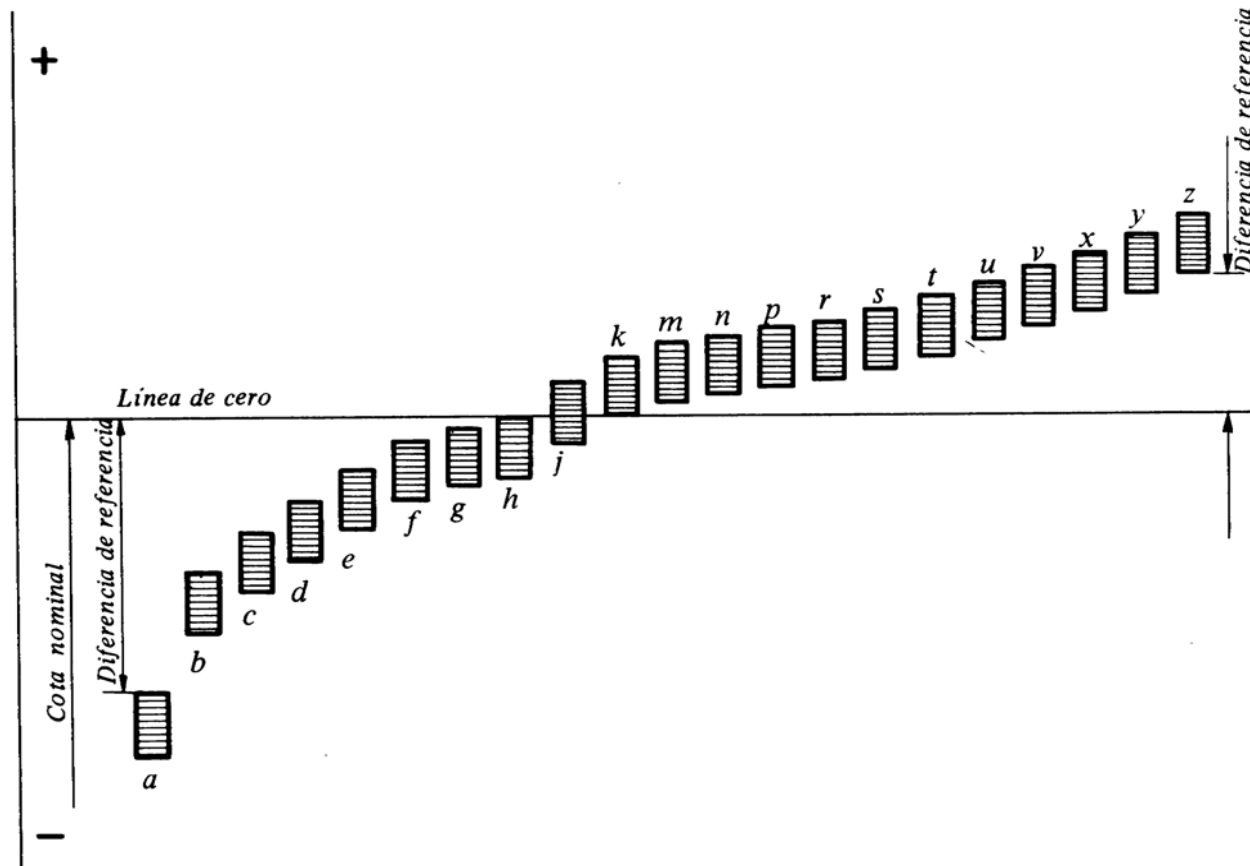
Sistema ISO de tolerancias y ajustes



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Fabricación Asistida por
Computador

Posiciones de tolerancia para ejes



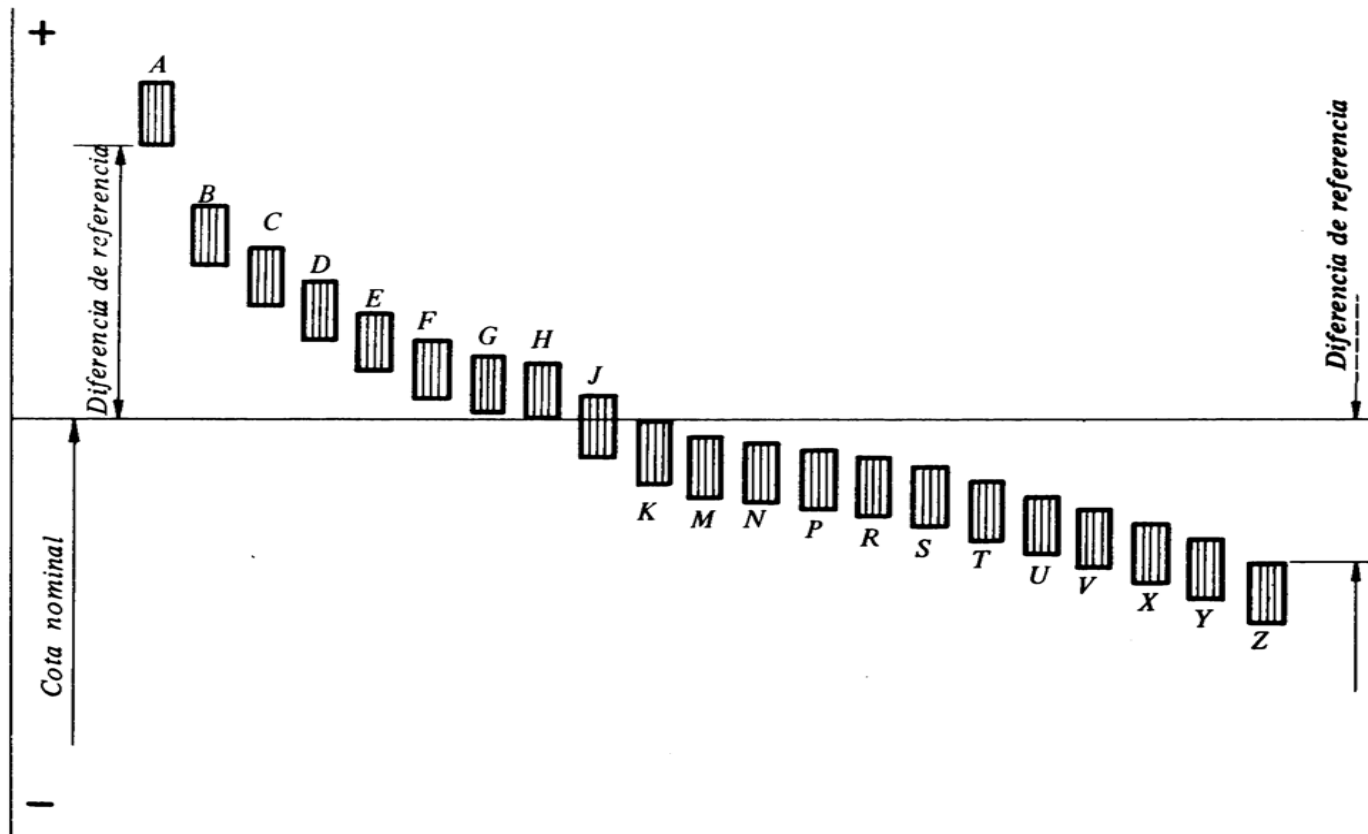
Sistema ISO de tolerancias y ajustes



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Fabricación Asistida por
Computador

Posiciones de tolerancia para agujeros





Tolerancias geométricas

Tolerancia geométrica para un elemento:

- Define la zona donde debe encontrarse dicho elemento
- Se evitan así los problemas mostrados para las tolerancias dimensionales

tres grupos de tolerancias geométricas:

Forma de elementos aislados

Orientación de elementos asociados

Posición de elementos asociados

Características objeto de tolerancia		Símbolos
Forma de elementos aislados	Rectitud	—
	Planicidad	▭
	Redondez	○
	Cilindricidad	⊘
	Forma de una línea cualquiera	⤿
	Forma de una superficie cualquiera	⤿
Orientación de elementos asociados	Paralelismo	//
	Perpendicularidad u ortogonalidad	⊥
	Inclinación	∠
Posición de elementos asociados	Posición	⊕
	Concentricidad o coaxialidad	⊙
	Simetría	≡
Oscilación radial o axial		↗



Tolerancias geométricas

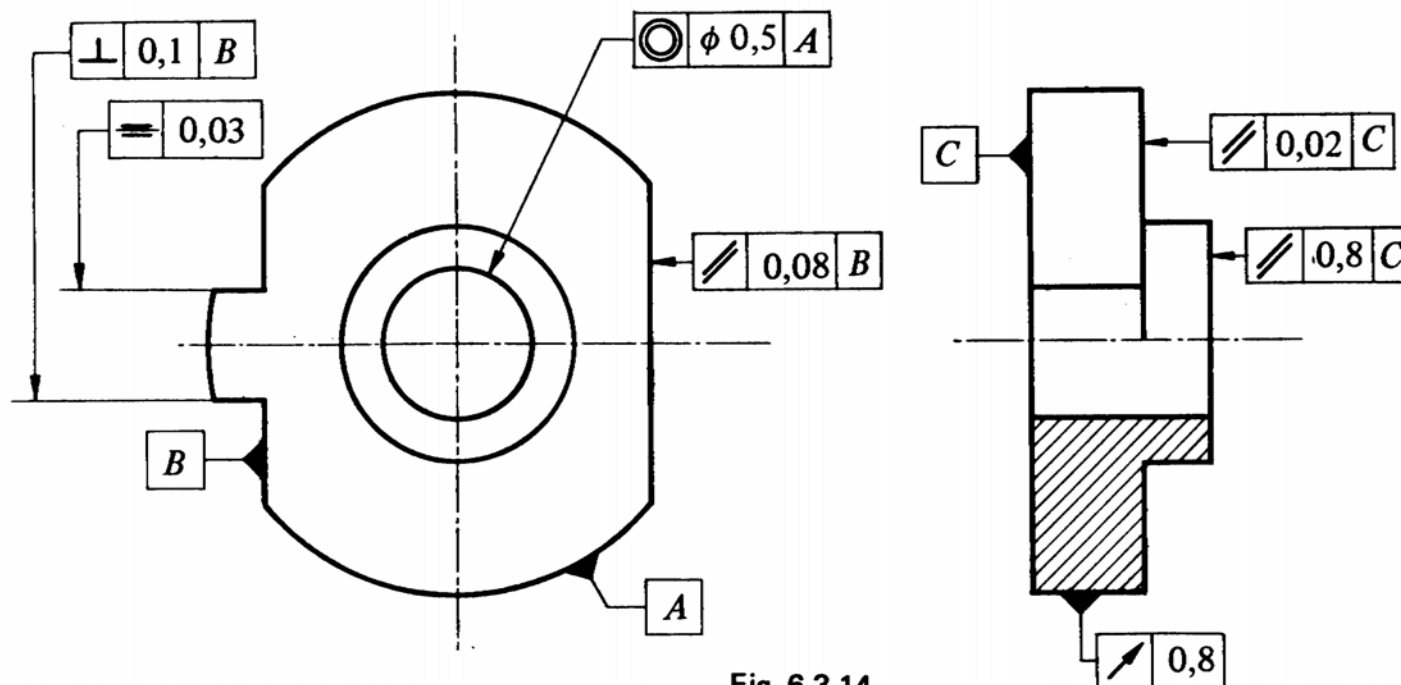


Fig. 6.3.14

Tolerancias: se especifican en recuadros normalizados
Elementos de referencia: se señalan con triángulos

Extensión de la normalización al proceso de fabricación

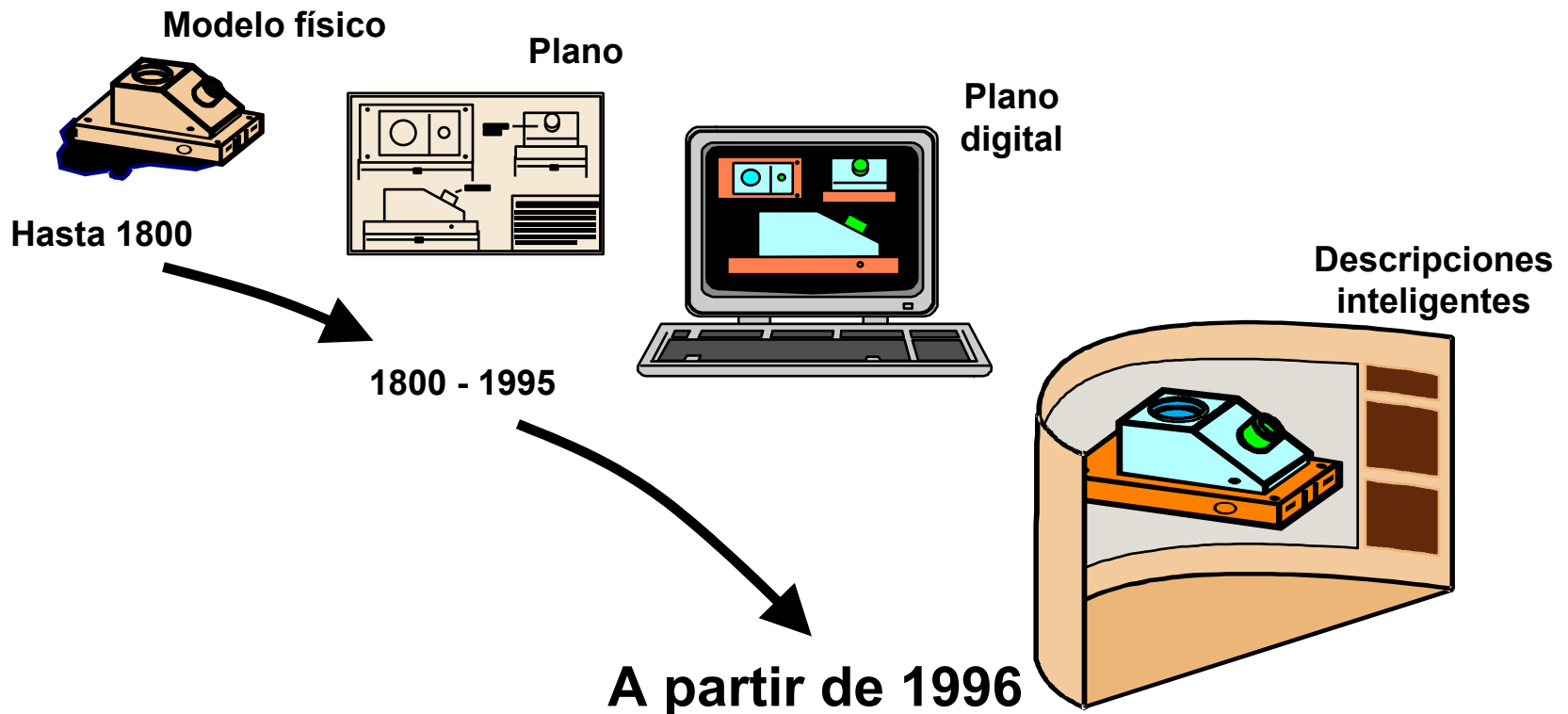


Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Fabricación Asistida por
Computador

primer factor que obliga a una consideración global de los problemas de normalización

Los medios de descripción de productos a fabricar evolucionan hacia las descripciones más completas



Extensión de la normalización al proceso de fabricación

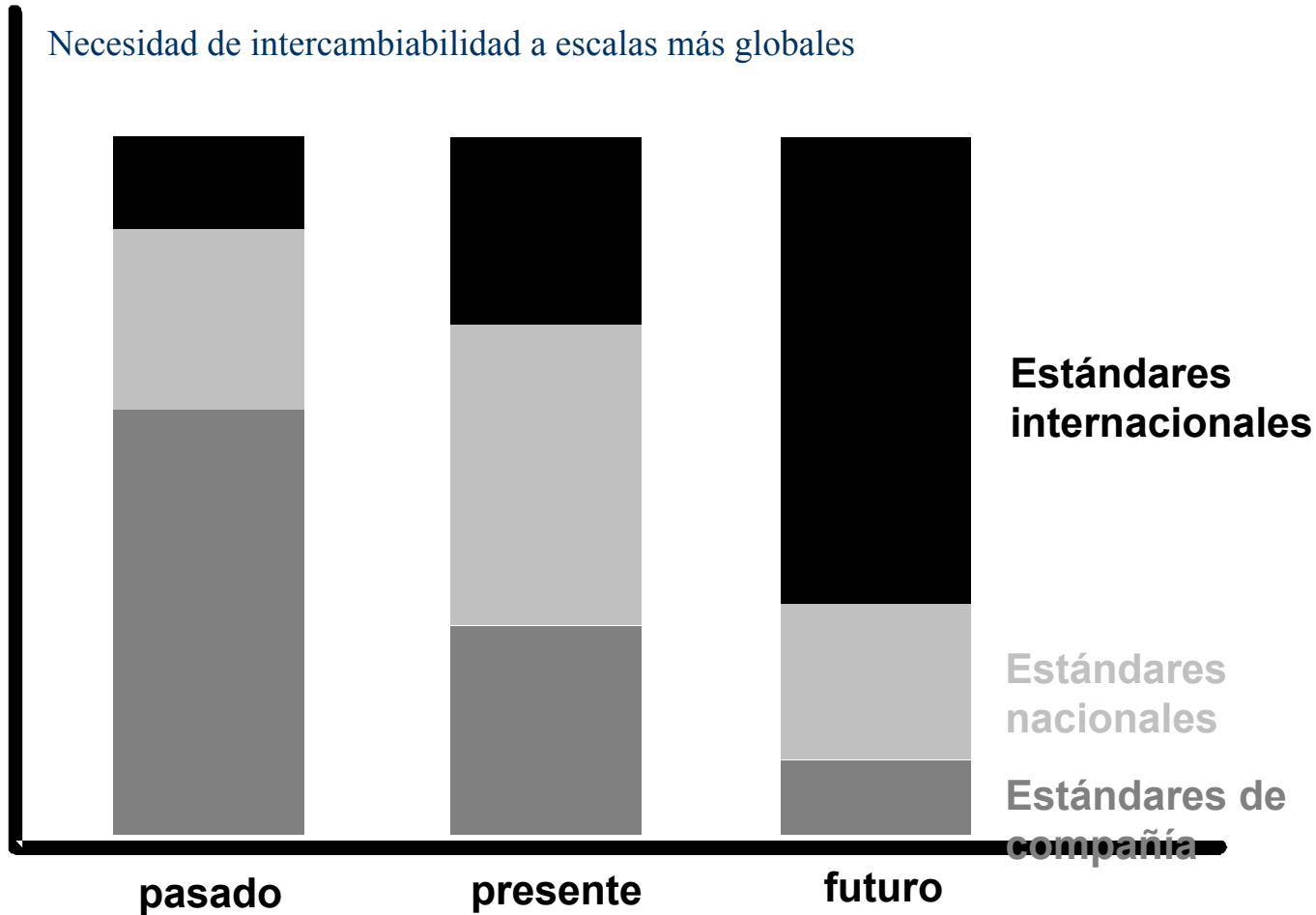


Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Fabricación Asistida por
Computador

segundo factor:

Necesidad de intercambiabilidad a escalas más globales





Extensión de la normalización al proceso de fabricación

Intentos de estandarización:

- IGES: a nivel CAD-CAM
- STEP: a un nivel superior, comprende todo el ciclo de vida de un producto
- PDES: versión ISO de STEP

.1. IGES: Initial Graphics Exchange Specification

Estandar ANSI

Pensado para compatibilizar los distintos entornos CAD-CAM

Actúa como un sistema intermediario



IGES



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

**Fabricación Asistida por
Computador**

The first version of IGES was developed in 1980 in response to demands from government and industry for a neutral file format permitting the exchange of data between dissimilar CAD or CAM systems. In 1981, IGES was approved as an ANSI standard. Since then, many enhancements have been made, including the significant additions listed in the following table.

IGES version	Date	Added features
1.0	1980	Mechanical 2D and 3D drawings.
2.0	1983	Sculptured surfaces, rational B-splines, finite elements, and electrical drawings.
3.0	1986	Manufacturing AEC (architecture, engineering, and construction), and piping drawings.
4.0	1988	CSG (constructive solid geometry) solids.
5.0	1990	Primarily consolidation and rationalization of existing formats to improve the quality and robustness of existing entities.
5.1	1991	Boundary-representational (B-rep) solids. See Overview of Solid Modeling and IGES.
5.2	1993	European character set and several clarifications; published as an ANSI standard.
5.3	1996	Unbounded Lines (110:1 and 110:2), several new Properties (406), and further clarifications. Year 2000 compliance.



STEP

.2. STEP: STandard for the Exchange of Product model data

Estandar ISO

Pensado a nivel global

Proporciona una forma de representar características físicas y funcionales de los productos

Abarca desde el CAD hasta el llamado CAPP (*computer aided process planning*)

En fase de desarrollo

Arquitectura multinivel



Ciclo de vida del producto

PDES



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

**Fabricación Asistida por
Computador**

.3. PDES: Product Data Exchange Standard

Intento de estandarización previo a STEP

Es un estándar ANSI

Actualmente se ciñe a las especificaciones STEP

PDES = Product Data Exchange using Step